Cambio climático brusco

No sólo en las películas abrasan los campos sequías súbitas y caen de golpe las temperaturas del invierno seis grados. Tan sorprendentes saltos climáticos se han dado antes; a veces, en cuestión de años

Richard B. Alley

La mayor parte de los expertos en el clima coinciden en que no es de temer una verdadera edad del hielo en los próximos decenios. Pero en el pasado se han dado muchas veces bruscas variaciones climáticas de gran intensidad, y podría haberlas de nuevo. Más aún: lo más probable es que sean inevitables. E inevitables serían los problemas que así se le plantearían a la Humanidad. Inesperados momentos de tiempo más templado harían que ciertas regiones fuesen más hospitalarias, pero otras quizá se volverían más tórridas de lo que ya son. Bruscas olas de frío traerían inviernos insoportables; el hielo atascaría importantes rutas de navegación. Las sequías prolongadas convertirían en eriales lo que habían sido fértiles tierras de cultivo. Y como los cambios climáticos que tienen lugar bruscamente persisten con frecuencia durante centurias o incluso milenios, tanto más duras resultarían esas consecuencias. El hundimiento de algunas sociedades antiguas, antes atribuido a fuerzas sociales, económicas y políticas, se achaca ahora en mayor parte a rápidas variaciones del clima.

El espectro del cambio climático brusco ha suscitado investigaciones científicas serias durante más de un decenio, pero sólo recientemente ha captado el interés de economistas y responsables políticos. Junto a esa mayor atención, se experimenta una confusión creciente sobre qué desencadena tales cambios y cuál será el resultado final. Los observadores superficiales podrían suponer que las variaciones rápidas empequeñecerían cualesquiera efectos del calentamiento global inducido por la actividad humana, que sobreviene sólo gradualmente. Pero nuevos indicios apuntan a que el calentamiento global debería preocupar más que nunca: podría abocarnos más deprisa a una variación súbita del clima.

De un extremo al otro

Quizá no se habría descubierto nunca la capacidad del clima de dar bandazos entre estados radicalmente diferentes si no fuera por los testigos que, a principios del decenio de 1990, se extrajeron de la vasta capa helada de Groenlandia. Esos colosales cilindros de hielo —algunos de tres kilómetros de longitud— encierran un archivo climático de considerable legibilidad que abarca los últimos 110.000 años. En ellos se distinguen capas anuales. Se las data por medio de diversos métodos; la composición del hielo indica la temperatura a la que se formó.

Estos trabajos han revelado una dilatada historia de violentas fluctuaciones del clima, en la que largos períodos gélidos han ido alternando con breves temporadas más templadas. La parte central de Groenlandia experimentó sacudidas de frío extremas: hasta seis grados en unos pocos años. Y a la inversa, en apenas diez conoció un calentamiento igual a la mitad del experimentado desde el mínimo del último período glacial: más de una decena de grados. Ese salto, que tuvo lugar hace 11.500 años, viene a ser como si Minneapolis o Moscú adquiriesen de pronto el clima, cálido en comparación, de Atlanta o Madrid.

Los testigos de hielo no sólo revelaron lo que sucedió en Groenlandia, sino que también nos dieron a entender cuál pudo ser la situación en el resto del mundo. Se supuso que aquella subida de diez grados en el norte formó parte de un episodio de calentamiento que afectó a una ancha banda del hemisferio

SLIM FILMS

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com



LAS OSCILACIONES BRUSCAS son un elemento inevitable del clima terrestre.

boreal e intensificó las precipitaciones en esa zona y mucho más allá. En la propia Groenlandia, el espesor de las capas anuales de hielo mostraba que la precipitación de nieve se duplicó en un solo año. El análisis de viejas burbujas de aire apresadas en el hielo corroboró que en otras partes aumentó la humedad. En concreto, las mediciones del metano de las burbujas indicaron que ese gas de los pantanos entró en la atmósfera un 50 por ciento más deprisa durante el calentamiento intenso. El metano debió llegar a la atmósfera casi con toda seguridad cuando las ciénagas se inundaron en los trópicos y se helaron más al norte.

Los testigos contenían otros indicios que han colmado huecos en el conocimiento de cómo fue el medio ambiente en diversas épocas. Así, las capas de hielo que apresaron polvo de Asia indicaron el origen de los vientos dominantes. Debieron ser más flojos durante las épocas cálidas; se llegó a esa conclusión porque en ellas se acumuló en los hielos menos sal marina y cenizas de lejanos volcanes. La lista de indicios de este estilo es larga [*véase* “Testigos de hielo de Groenlandia”, por Richard B. Alley y Michael L. Bender; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, abril de 1998].

En los testigos de hielo de Groenlandia aparecen más de 20 episodios de calentamiento intensos y bruscos. De ordinario, a los centenares o millares de años tras el comienzo de un período cálido, el clima iniciaba un enfriamiento lento, seguido de un enfriamiento rápido a lo largo de un período de tiempo de sólo un siglo. Después, se repetía la pauta, con otro calentamiento durante sólo unos años. En el período de frío más extremado, los témpanos de hielo errantes llegaban muy al sur, hasta las costas de Portugal. No tan profundo debió de ser el empeoramiento del tiempo que expulsó a los vikingos de Groenlandia durante la más reciente ola de frío, la Pequeña Edad del Hielo, que comenzó alrededor del año 1400 d.C. y duró 500 años.

Los bruscos calentamientos y enfriamientos del norte se desarrollaron de manera diferente en otras partes del mundo, aun cuando pudieron haber compartido la misma causa. Las épocas frías y húmedas de Groenlandia se corresponden con circunstancias particularmente frías, secas y ventosas en Europa y Norteamérica; coinciden también con un tiempo más cálido de lo normal en el Atlántico Sur y la Antártida. Se han confeccionado estas historias regionales basándose en los elementos de juicio adicionales encontrados en los hielos de los glaciares de alta montaña, el espesor de los anillos de los árboles y las clases de polen y conchas conservadas en antiguos lodos de fondos de lagos y océanos, entre otras fuentes.

Las pruebas halladas nos han enseñado también que las variaciones súbitas han planteado a los seres humanos situaciones comparables a las provocadas por las variaciones de temperatura. Las épocas frías en el norte han ido de ordinario acompañadas de sequías en el Sahara, Africa e India. Hace unos 5000 años, una sequía brusca transformó el Sahara: un paisaje verde, salpicado de lagos, se convirtió en el abrasador desierto de hoy día. Dos siglos de sequía, hará unos 1100 años, contribuyeron, según parece, al fin de la civilización maya clásica en México y otras partes de Centroamérica. En los tiempos modernos, El Niño y otras anomalías del Pacífico Norte han alterado en ocasiones las configuraciones meteorológicas tanto como para desencadenar sequías inesperadas, como la que creó el *tazón de polvo,* las tempestades de polvo que convirtieron en eriales las grandes llanuras de Estados Unidos durante el decenio de 1930.

El punto sin retorno

Trátese de olas de calor o de frío, o de sequías prolongadas, todos los cambios climáticos bruscos del pasado se debieron esencialmente a la misma razón. En cada caso, una variación gradual de la temperatura o de otra variable física impulsó a algún elemento rector del clima hacia un umbral invisible. En el momento en que cruzó ese umbral, el rector del clima —y con él el clima mismo— saltó de golpe a un estado diferente; permaneció en él mucho tiempo.

Cruzar un umbral climático es como volcar una piragua. Si estamos sentados en una piragua en un lago y nos inclinamos poco a poco hacia un lado, la piragua se irá inclinando también. Estaremos impulsando la piragua hacia un umbral, hacia una posición más allá de la cual zozobrará. Inclinémonos un poco más, y la piragua volcará.

El cruce de umbrales dio por resultado los más extremos saltos climáticos de la historia. Ahora apunta a áreas que causan especial preocupación para el futuro. La explicación más común de los gélidos períodos registrados en los testigos de hielo de Groenlandia los liga a alteraciones anómalas de las corrientes del Atlántico Norte, factor dominante en las configuraciones meteorológicas a largo plazo de esa región.

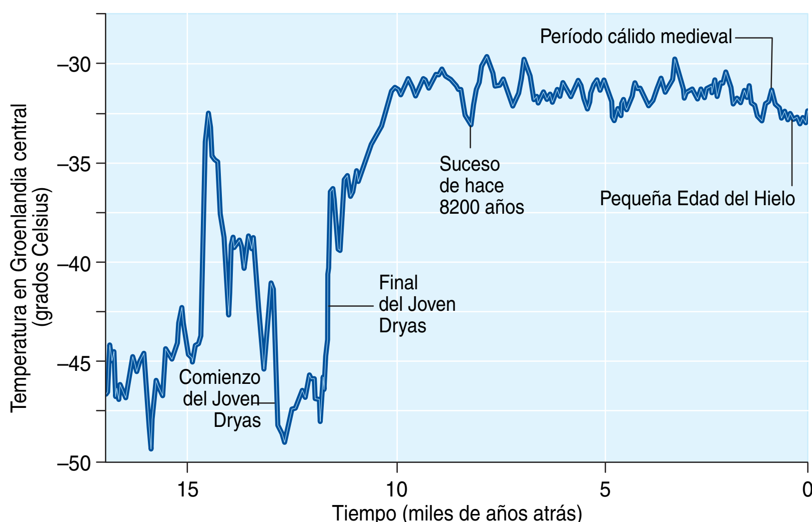
El este de Norteamérica y Europa disfrutan de un clima templado (como el de ahora) cuando las aguas saladas del Atlántico, calentadas por el sol meridional, cruzan el ecuador hacia el norte. Más al norte, durante el invierno, esas aguas saladas que llegan del sur se enfrían y adquieren densidad suficiente para hundir-

Resumen/Sorpresas inevitables

- La mayor parte de las investigaciones acerca del cambio climático y de los debates sobre la política que debería seguirse al respecto se centran en el calentamiento global. Pero otro problema nos amenaza también: el clima ha oscilado bruscamente en el pasado y con toda seguridad volverá a hacerlo.
- Una sequía regional de un verano podría enquistarse, perdurar decenios y destruir las ricas tierras agrícolas de Asia y Norteamérica; en cuestión de decenios, las configuraciones meteorológicas podrían alterarse en Europa de modo que su clima se volviese siberiano.
- No es posible todavía predecir cuándo tendrán lugar alteraciones bruscas de esa especie, pero la mayoría de los climatólogos advierte que el calentamiento global y las actividades humanas quizás estén acelerando la aparición de cambios climáticos súbitos y duraderos.

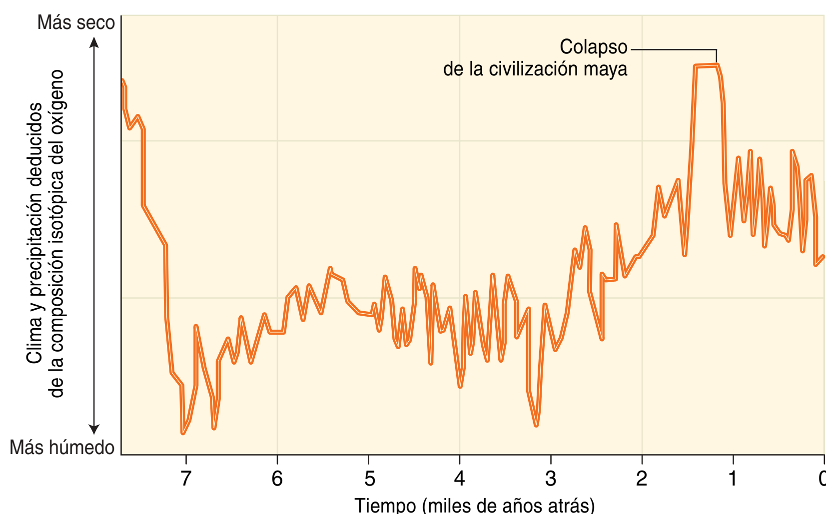
¿EL PASADO COMO PROLOGO?

El cambio climático brusco ha marcado la historia de la Tierra. Los testigos de hielo de Groenlandia revelan que hubo violentas oscilaciones de temperatura (*arriba, izquierda*) que interrumpieron varias veces el calentamiento gradual que empezó a sacar el planeta de la última glaciación, hace unos 18.000 años. Las conchas fósiles que se hallan en los sedimentos de los lagos de la península del Yucatán registran sequías intensas y súbitas (*abajo, izquierda*): una razón entre abundancias de isótopos de oxígeno aumenta de golpe cuando se evapora del lago más agua de la que cae en forma de lluvia. Muchas sociedades han sufrido las consecuencias de las variaciones bruscas (*fotografías*).





Yacimiento vikingo de Groenlandia. Se trata de uno de los asentamientos abandonados al principio de un repentino período de frío, la Pequeña Edad del Hielo.





El dios maya de la lluvia (*estatua en primer término*) no conjuró la sequía a la que ahora se atribuye el colapso de la civilización maya, hace unos 1100 años.

ELIZA JEWETT; FUENTES: M. STUIVER ET AL. Y K. CUFFEY ET AL. (*gráfica superior*) Y D. HODELL ET AL. (*gráfica inferior*) CENTRO NACIONAL DE DATOS GEOFISICOS; RUDY BRUEGGEMANN (*fotografía superior*); FREELANCE CONSULTING SERVICES PTY LTD/CORBIS (*fotografía inferior*)

se al este y oeste de Groenlandia, tras lo cual se trasladan hacia el sur por el fondo del mar. Mientras tanto, a medida que el agua enfriada se hunde, las corrientes cálidas del sur fluyen hacia el norte para ocupar su lugar. El agua que se hunde, por lo tanto, impulsa una circulación "en cinta transportadora" que calienta el norte y enfría el sur.

En los testigos de hielo hallamos indicaciones de que los enfriamientos súbitos se produjeron después de que el Atlántico Norte se hiciera menos salado, tal vez porque los lagos de agua dulce reventaron las paredes de los glaciares y buscaron un camino hacia el mar. Se considera que este tipo de flujo constituye la primera fase de un cruce de umbral: desalinizar el Atlántico Norte puede retardar o detener la cinta transportadora, con el consiguiente cambio climático.

Diluida por el agua procedente de la tierra, el agua marina que venía procedente del sur se haría menos salada y, por consiguiente, menos densa, posiblemente hasta el punto de que se convirtiese en hielo marino antes de que tuviera la oportunidad de hundirse. Con el hundimiento interrumpido y la cinta transportadora detenida, la lluvia y la nieve que caían en el norte no llegaban hasta las profundidades ni se las transportaba lejos, sino que se acumulaban en la superficie del mar. El Atlántico Norte se volvía cada vez

CRUZAR UMBRALES

El calentamiento global altera las condiciones ambientales poco a poco. No obstante, este cambio lento y continuo puede impulsar a los mecanismos que rigen el clima, así las corrientes oceánicas bien establecidas o la distribución de lluvias, hasta un punto crítico tras el cual pasan bruscamente a un estado nuevo. Este salto trae consigo una variación en el clima, con consecuencias en principio peligrosas para personas y sociedades. En cuanto uno de los mecanismos que rigen el clima ha cruzado su umbral, los cambios consiguientes quizá persistan durante milenios. Puede que haya aún que dar con muchos umbrales; he aquí tres de los ya conocidos:

MECANISMO RECTOR DEL CLIMA	CRUCE DE UMBRAL	VARIACION RESULTANTE EN EL CLIMA	CONSECUENCIAS SOCIALES
Las corrientes oceánicas del Atlántico Norte transportan calor hacia el norte desde los trópicos y suavizan así los inviernos de Europa Occidental.	El enfriamiento de las aguas superficiales en el norte frena la velocidad de esas corrientes, quizá hasta detenerlas del todo.	Las temperaturas descienden mucho en la región; el clima de Europa y el este de los EE.UU. se vuelve parecido al de Alaska.	La agricultura padece en regiones de todo el mundo y rutas clave de navegación quedan obstruidas por los hielos.
El agua de lluvia que las plantas reciclan (la absorben sus raíces y la devuelven al aire con la evapotranspiración) proporciona gran parte de las precipitaciones en cinturones cerealistas.	Una sequía no muy grave marchita o mata el tapiz vegetal y el agua reciclada desaparece; un círculo vicioso refuerza la desecación.	Una sequía que no debería haber tenido grandes consecuencias se refuerza y prolonga hasta convertirse en una sequía rigurosa.	La tierra seca ya no puede dar cosechas; el hambre se cierne sobre quienes no pueden adquirir el grano aún existente en el mercado mundial.
Las corrientes del océano Pacífico determinan las grandes pautas de la distribución de la temperatura en la superficie marina, que a su vez controlan las características regionales del tiempo.	Ciertos fenómenos naturales, como El Niño, producen sutiles cambios en las temperaturas de la superficie del mar, pero todavía no se sabe por qué.	La meteorología de los continentes adyacentes cambia; se desencadenan fuertes tempestades o sequías donde no suele haberlas.	Ciertas tierras de cultivo se secan mientras otros lugares sufren duras tempestades.

menos salado. Al mantenerse entonces parada la cinta transportadora, el clima acabó por parecerse en los continentes al de Siberia.

Un calentamiento que congela

Han pasado ocho mil años desde el último de los mayores azotes de frío del Atlántico Norte. ¿No será que los seres humanos estamos "inclinándonos" en la dirección adecuada para evitar el vuelco de la piragua climática? Tal vez, pero la mayoría de los expertos sospechan, muy al contrario, que estamos balanceando la piragua al cambiar tantos aspectos de nuestro mundo tan deprisa. Inquietan sobre todo los aumentos inducidos por la actividad humana en las concentraciones atmosféricas de gases de invernadero, que están fomentando el calentamiento global.

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático, patrocinado por las Naciones Unidas, ha predicho que la temperatura media global subirá de 1,5 a 4,5 ºC en los próximos 100 años. Muchos modelos informáticos que concuerdan con esta estima también predicen un frenado de la cinta transportadora del Atlántico Norte. (Por paradójico que pueda parecer, el calentamiento global podría conducir a un enfriamiento súbito de muchos grados.) Las incertidumbres abundan, y aunque no se considera creíble una nueva edad del hielo, los cambios resultantes quizá serían bastante mayores que los experimentados durante la Pequeña Edad del Hielo, en la que el Támesis se congelaba y los glaciares descendían por los Alpes.

Tal vez, más que por las olas de frío en el norte, debamos preocuparnos por los efectos adversos que seguramente azotarían a otras partes del mundo al mismo tiempo. Los registros climáticos de las amplias zonas de Africa y Asia que se benefician de una estación de fuertes monzones señalan que estas regiones han sufrido pronunciadas sequías siempre que el Atlántico Norte ha estado más frío que las tierras que baña. Incluso el enfriamiento debido a una cinta transportadora más lenta podría bastar para que hubiese sequía. Con miles de millones de personas dependiendo de que los monzones rieguen las cosechas, una sequía de orden menor podría llevar a una hambruna generalizada.

Futuros enfriamientos y aportaciones de agua dulce al Atlántico Norte dificultarían la vida incluso para los que viven fuera de un frío o una sequía extremados. La inquietud por la magnitud de las repercusiones espoleó al gobierno norteamericano a solicitar a la Red Mundial de los Negocios, una entidad privada, que evaluara las consecuencias de un paro total de la cinta transportadora del Atlántico Norte. Buena parte de los científicos, incluido el autor, creen que una disminución moderada de su velocidad resulta mucho más probable que una detención total; en cualquier caso, la gravedad del peor de los casos hace que merezca la pena considerarlo.

"Las tensiones", afirma el informe de la Red Mundial de los Negocios, "crecerían en todo el mundo... Las naciones con los medios suficientes levantarían fortificaciones virtuales en sus fronteras y así preservarían sus recursos para sí mismas. Las naciones menos afortunadas... se enzarzarían quizás en luchas para acceder a los alimentos, al agua potable o a la energía."

Inundaciones y sequías

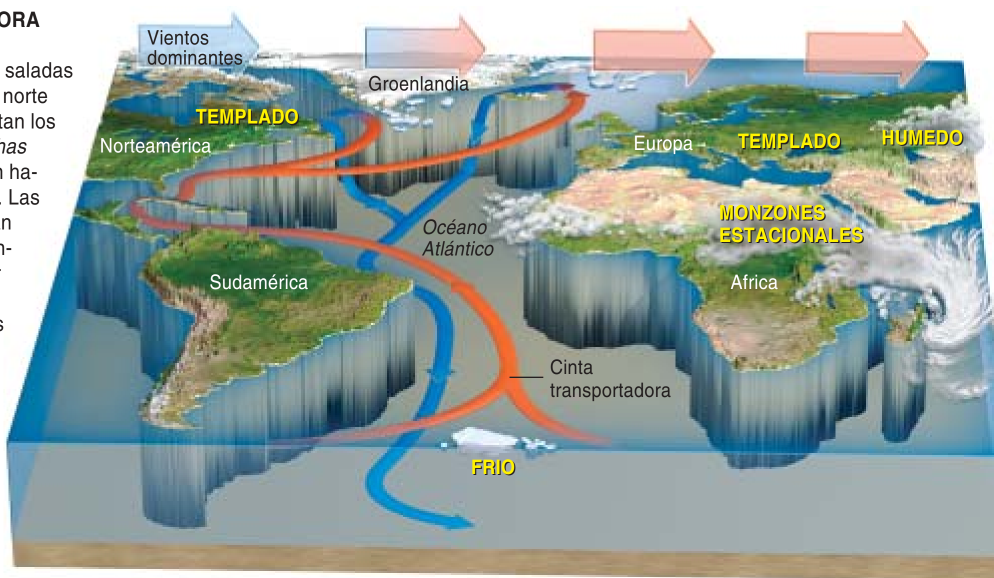
Aun cuando la cinta transportadora del Atlántico Norte no perdiese velocidad, el calentamiento global podría ocasionar inquietantes cruces de umbrales en otras partes. Las grandes franjas de producción cerealista que se extienden por el interior de los continentes a latitudes medias corren el riesgo de sufrir sequías prolongadas. La mayor parte de los modelos climáticos predice que en esas zonas habrá mayores sequías estivales a medida que las temperaturas medias globales suban, pase lo que pase en el Atlántico Norte. Las mismas predicciones apuntan a que el calentamiento inducido por el

CUANDO AL DERRETIRSE EL HIELO SE CREA UNA OLA DE FRIO

Mientras el calentamiento global sigue elevando las temperaturas, muchos científicos temen que grandes volúmenes de agua dulce, procedentes de la fusión de la capa de hielo groenlandesa y de otras heladas masas de tierra nórdicas, pudieran obstruir la "cinta transportadora" del Atlántico Norte, un sistema de corrientes oceánicas que aporta calor a Europa e influye en el clima de otras partes del mundo. La detención de la cinta —o incluso una ralentización apreciable— enfriaría la región del Atlántico Norte, aunque las temperaturas globales continuasen subiendo. Casi con seguridad, se producirían otros cambios bruscos de clima.

CINTA TRANSPORTADORA EN MARCHA

Las corrientes oceánicas saladas (*rojo*) que fluyen hacia el norte desde los trópicos calientan los vientos dominantes (*flechas grandes*) mientras soplan hacia el este, hacia Europa. Las corrientes que transportan calor, ya densas, se adensan todavía más al ceder calor a la atmósfera. Al final, en las proximidades de Groenlandia, el agua fría y salada es tan densa, que se hunde. Emigra entonces hacia el sur a lo largo del fondo del mar (*azul*), dejando un vacío que atrae más agua cálida del sur.

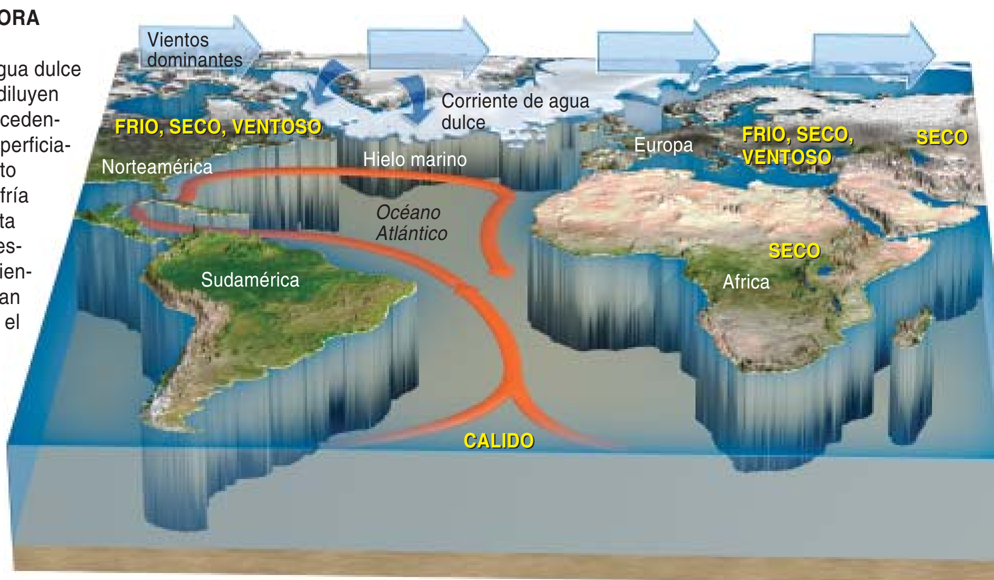


CLIMA RESULTANTE

Cuando la cinta transportadora del Atlántico Norte está en marcha, unas condiciones templadas, con inviernos no muy fríos, dan lugar a una rica producción agrícola en Europa y Norteamérica. Los monzones estacionales favorecen las cosechas en grandes zonas de Africa y el Extremo Oriente. Asia Central es húmeda, y la Antártida y el Atlántico Sur, fríos.

CINTA TRANSPORTADORA PARADA

Al penetrar demasiada agua dulce en el Atlántico Norte, se diluyen las corrientes salinas procedentes del sur. Las aguas superficiales ya no se adensan tanto como para hundirse, por fría que esté el agua, y la cinta transportadora va más despacio o se detiene. Los vientos dominantes transportan ahora aire muy frío hacia el este (*flechas grandes*). Este frío durará decenas de años, hasta que las aguas meridionales se vuelvan tan saladas que predominen sobre las aguas más dulces del norte, afluyan torrencialmente y pongan de nuevo en marcha la cinta.



CLIMA RESULTANTE

A medida que la cinta va parándose, los inviernos adquieren mayor crudeza en gran parte de Europa y Norteamérica; se resiente la agricultura. Estas regiones, junto con las que dependen de los mozones, sufren sequías, a veces agravadas por vientos más fuertes. El Asia Central se vuelve más seca y en muchas regiones del hemisferio austral las temperaturas son más altas de lo habitual.

DAVID FIERSTEIN

Predicciones difíciles

NO HAY PREDICCIONES FIDEDIGNAS de cambios climáticos bruscos, ni es de esperar que las haya en el próximo futuro. Los cambios rápidos son, de por sí, más difíciles de predecir que el calentamiento global o cualquier otro proceso gradual. La propia naturaleza del cambio brusco supone uno de los mayores obstáculos. Se produce una variación rápida cuando un impulso lento pero constante, como el calentamiento global, impulsa un componente crucial del sistema climático más allá de un punto sin fácil retorno. El cruce de ese umbral desencadena un salto brusco a un nuevo estado. Puede compararse con una excesiva inclinación que de pronto vuelca una piragua. Saber exactamente hasta qué punto podemos inclinarla sin volcarla es casi imposible, especialmente cuando el viento y las olas la agitan. De manera análoga, resulta dificilísimo descubrir cuándo algún aspecto del clima se está acercando a un umbral crítico.



EQUILIBRIOS: La Tierra suele mantener un mismo clima durante milenios, si no intervalos más largos incluso. Después, en un momento casi imposible de predecir, algunos aspectos del sistema climático se inclinan demasiado hacia un lado y las condiciones globales se precipitan hacia un estado completamente diferente.

Los investigadores han intentado desentrañar los factores que operan en la vecindad de un punto crítico mediante modelos informáticos. Aunque gracias a esos trabajos se sabe mucho más acerca de qué balancea la piragua del clima, todavía abundan los puntos obscuros. Para determinar la exactitud con que los modelos informáticos predirán el cambio climático, se comprueba si simulan bien los cambios reales ocurridos en el pasado. Muchos modelos aciertan con los tipos básicos de anomalías ya ocurridas; reproducen de forma fidedigna las olas de frío, las sequías o las inundaciones en los lugares y épocas que han quedado registrados en las capas anuales de hielo y sedimentos. Algunos incluso reproducen los cambios en las trayectorias de borrascas, configuraciones de vientos, precipitaciones estacionales y otros detalles de menor alcance.

Pero aunque los modelos captan bien la naturaleza general del cambio climático, hay pormenores muy importantes que se les escapan. En particular, los cambios súbitos del pasado han sido por lo general mayores y más extensos de lo que indican los modelos. Subestiman éstos la cantidad de humedad perdida en el Sahara a lo largo de los últimos millares de años, por ejemplo. También parecen tener dificultad en simular el gran calentamiento de las regiones polares durante la época de los dinosaurios y el frío extremo en la plenitud de la última glaciación.

La razón más sencilla que pueda darse de estos fallos estriba en la sensibilidad de modelos menor que la del clima, quizá porque omiten realimentaciones y reacciones clave. También puede que se hayan pasado por alto algunos umbrales. Localizarlos resultaría provechoso; pero a lo peor nos descubrirían más posibilidades conducentes a cambios climáticos. Si se es optimista, puede pensarse que nos descubrirían que la probabilidad de un cambio brusco resulta menor de lo que se sospecha o que unos cambios podrían compensar otros.

efecto de invernadero incrementará las lluvias en todas partes, posiblemente en forma de borrascas más intensas e inundaciones. En cualquier caso, no es de esperar que esos sucesos, aunque en sí mismos representen problemas importantes, compensen las sequías.

La desecación estival podría hacer que una sequía no muy grave empeorase y persistiese durante decenios o más. Esta transición tendría lugar como consecuencia de la vulnerabilidad de los cinturones cerealistas. Dependen éstos más de la lluvia que las plantas de la región reciclan que de la nueva humedad aportada desde otros lugares. Las raíces de las plantas absorben agua que de otra manera penetraría en el suelo, se incorporaría a las corrientes de agua y acabaría en el mar. Parte de esa agua vuelve después al aire por evapotranspiración. Cuando la zona empieza a sufrir veranos más secos, sin embargo, las plantas se secan e incluso mueren; devolverán menos agua al aire. El umbral se cruza cuando la población vegetal se reduce hasta el punto de que la lluvia reciclada escasea demasiado para mantenerla. Al llegar a ese punto mueren más plantas y aún llueve menos. Se cierra un círculo vicioso como el que convirtió el Sahara en un desierto hace 5000 años. No ha mostrado signos de reverdecer desde entonces.

Se teme que queden por identificar muchos de los umbrales cuyo cruce altera los climas regionales. Ese vacío en el conocimiento es preocupante, porque podríamos estar fomentando el desequilibrio climático. No se recomienda bailar en una piragua, pero bailamos: sustituimos los bosques por tierras de cultivo, y aumentamos la cantidad de luz que la Tierra refleja; extraemos agua del suelo, y alteramos la cantidad de agua que los ríos transportan hasta el océano; cambiamos la cantidad de gases traza y partículas en la atmósfera, y modificamos las características de las nubes y la lluvia, y no sólo de las nubes y la lluvia.

Frente al futuro

Las consecuencias negativas de un cambio sustancial del clima se pueden mitigar si el cambio se produce gradualmente o estamos preparados. Los agricultores que esperan una sequía pueden perforar pozos, plantar cultivos menos dependientes del agua o trasladarse a otro lugar. Pero un cambio inesperado quizá sea devastador. Un año seco arruinará o condenará al hambre sólo a los cam-

MATT COLLINS

pesinos más inermes, pero los daños irán a peor cuanto más larga sea la sequía, especialmente si no hubo tiempo para prepararse. Por desgracia, apenas si se sabe predecir cuándo tendrá lugar un cambio climático brusco y cuál será su naturaleza.

Pese a las enormes consecuencias que una brusca transformación del clima podría tener, la investigación y las políticas asociadas al clima se han dirigido sobre todo a las variaciones graduales. Apenas si se ha pensado en otro paliativo que la reducción de las emisiones de carbono, encaminada a frenar la subida gradual de las temperaturas mundiales. Aunque es muy posible que de esa forma se limitaría la inestabilidad del clima, se debería también pensar en evitar los cambios bruscos. Al respecto, hay dos posturas contrapuestas. Una, ignorar por completo las perspectivas y desear que nada suceda o que, si sucede, podamos hacerle frente; la actitud del "*nunca pasa nada*" hundió el *Titanic,* pero muchos otros buques han cruzado el Atlántico Norte, sin mayor preparación, sanos y salvos. La otra, cambiar de verdad nuestro comportamiento de manera que los efectos derivados de la acción humana sobre el clima se mantengan lo suficientemente pequeños como para que resulte menos probable una variación catastrófica. Frenar el calentamiento global sería un primer paso en la dirección correcta. Ulteriores investigaciones sobre umbrales climáticos y su vulnerabilidad a las actividades humanas alumbrarían más actuaciones útiles.

Una tercera estrategia reforzaría la capacidad de afrontar un cambio climático súbito antes de que la próxima sorpresa se nos eche encima, como ha sugerido el Consejo Nacional de Investigación de los EE.UU. Un informe de esta institución recuerda que algunas sociedades que nos precedieron sólo se flexionaron al producirse el cambio climático; otras, en cambio, se quebraron. Los colonos vikingos de Groenlandia abandonaron sus asentamientos cuando la Pequeña Edad del Hielo volvió miserable o insostenible su vida allí; en cambio, sus vecinos, los inuit, o esquimales, de Thule, sobrevivieron sin mudarse. No nos vendría mal saber qué va de doblarse a romperse. Cabría elaborar planes, a un coste bajo o nulo, que ayudasen a superar las dificultades si se produjera una crisis, plantar árboles ahora, digamos, que conserven el suelo durante la próxima sequía ventosa, o acordar ya quién dispondrá de qué fuentes cuando falte el agua.

De momento, parece que seguiremos balanceando la piragua. Ciertos aspectos del clima se acercarán más a umbrales que podrían desencadenar variaciones violentas. Que llegasen a cruzarlos, no crearía una nueva edad del hielo, pero nos plantearía graves problemas, a nosotros y a otros seres. Vale la pena meditar sobre cómo podrían las sociedades incrementar su resistencia a las consecuencias potenciales de una brusca variación, o incluso cómo podríamos dejar de balancear la piragua del clima.

El autor

Richard B. Alley es profesor de ciencias geofísicas en la Universidad estatal de Pennsylvania y miembro del Centro de Ciencias del Sistema Terrestre de la misma institución. Ha pasado tres temporadas de trabajo de campo en la Antártida y cinco en Groenlandia.

Bibliografía complementaria

GLOBAL CLIMATE IMPACTS OF A COLLAPSE OF THE ATLANTIC THERMOHALINE CIRCULATION. Michael Vellinga y Richard A. Wood en *Climatic Change*, vol. 54, n.º 3, págs. 251-267, agosto 2002.

RAPID CLIMATE CHANGE. Spencer Weart en *The Discovery of Global Warming*. Harvard University Press, 2003.

AN ABRUPT CLIMATE CHANGE SCENARIO AND ITS IMPLICATIONS FOR THE UNITED STATES NATIONAL SECURITY. Peter Schwarz y Doug Randall. Octubre 2003. Accesible en www.gbn-org/ArticleDisplayServiet.srv?aid=26231.